

TENEURS EN METAUX LOURDS DES SEDIMENTS DU RHONE VALAISAN ET DE SES AFFLUENTS

par Jean-Pierre Vernet ¹ et Elisabeth Ribordy ¹

Résumé

Dès 1970, les sédiments du Rhône valaisan et de ses affluents sont analysés afin de connaître leurs teneurs en métaux lourds ainsi que l'évolution de cette pollution. Il s'avère que le mercure est, de loin, le polluant principal, suivi par le cuivre, le chrome et le zinc.

L'étude entreprise permet également de mieux situer les sources de ces pollutions.

Introduction

Les premiers résultats des teneurs en mercure des sédiments du Léman datent de 1970 et montrent une contamination comparable à celle des Grands Lacs d'Amérique du Nord. Ainsi, il nous a semblé nécessaire de rechercher l'origine de ce mercure, spécialement le long du Rhône, qui représente le 75 % des apports liquides, et probablement solides, parvenant au Léman.

Fin 1970, une première série de dix échantillons fut prélevée entre Branson et le Bouveret. Par la suite et chaque année, de 1971 à 1975, une cinquantaine d'échantillons sont récoltés entre Obers Matt (commune de Termen) et le Léman. Ces sédiments font l'objet d'une série d'analyses, dont, en particulier, la détermination de la teneur en métaux lourds tels que le mercure, le cuivre, le chrome, le zinc, l'étain, le plomb, le vanadium, etc.

¹ Laboratoire de Limnogéologie de l'Université de Genève, section Sciences de la Terre, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

Le Rhône et son régime

Le débit liquide du Rhône est très variable. Si l'on prend l'année 1971, l'annuaire hydrographique de la Suisse donne un débit moyen, à la Porte du Scex, de $152 \text{ m}^3/\text{sec}$, avec un minimum en décembre ($91,6 \text{ m}^3/\text{sec}$) et un maximum en août ($291 \text{ m}^3/\text{sec}$). Les variations mensuelles sont également importantes, pouvant passer du simple au double. On remarque aussi une variation journalière du débit, du fait que le Rhône est une rivière à régime glaciaire. En effet, 16,2 % de la surface de son bassin versant est occupée par les glaciers.

Le débit solide varie également. Ainsi, une étude du laboratoire d'Hydraulique de l'ex Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne (actuellement EPFL) permet d'estimer à 3-4 millions de tonnes la quantité de matières en suspension transportées par le Rhône pendant une année sèche; cette quantité est de 9-10 millions de tonnes pendant une année humide. D'après VERNET (1969), les sédiments en suspension sont formés essentiellement de sable fin et de silt.

Ces facteurs vont avoir une influence sur la dilution, le transport et la fixation des polluants.

Echantillonnage

On prélève environ 1 kg de sédiments sur le bord ou dans le lit de la rivière. Les points d'échantillonnage ont été fixés en 1971 et l'on retourne chaque année au même endroit, le plus exactement possible.

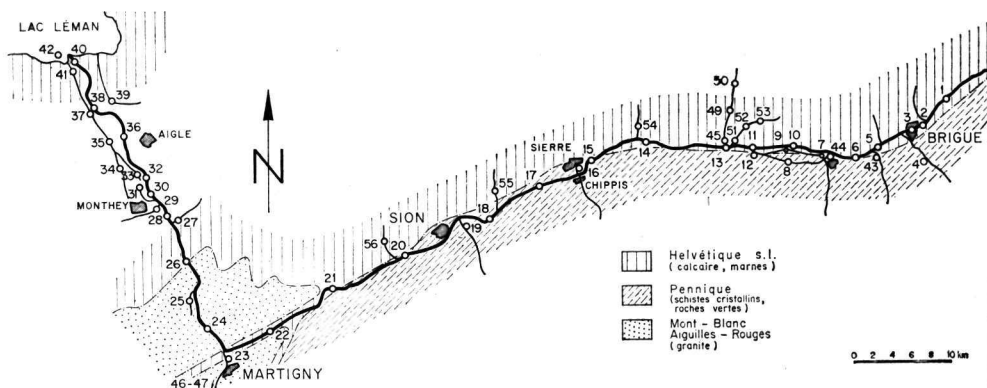


Fig. 1. Points d'échantillonnage et esquisse géologique de la plaine du Rhône.

Au cours des années, il fallut rajouter quelques points pour mieux cerner un problème ou situer plus précisément une source de pollution; de même, d'autres points ont été abandonnés. Ainsi, en 1975, nous avons prélevé 56 échantillons dont 23 dans le Rhône lui-même. (Fig. 1).

Préparation des échantillons

L'échantillon est tamisé humide à 175 microns, séché à 40° pour limiter la volatilisation, broyé au mortier d'agate et retamisé à sec. On élimine ainsi la fraction grossière qui n'est guère capable de fixer les ions.

Le mercure est analysé par absorption atomique et les métaux lourds par spectrographie. Jusqu'en 1972, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Service géologique national français) effectuait toutes les analyses. Depuis 1973, le laboratoire de limnogéologie de l'Université de Genève est à même de doser le mercure; par contre, les métaux lourds sont encore analysés au BRGM.

Teneurs naturelles estimées

L'érosion des roches du bassin rhodanien produit des sédiments qui contiennent une certaine quantité de métaux lourds; c'est ce qu'on appelle «les valeurs naturelles». Il est difficile de fixer cette valeur d'autant plus que l'on dispose d'un nombre restreint d'échantillons. On peut cependant faire une estimation raisonnable en prenant la moyenne des échantillons de faibles teneurs, considérant les échantillons à valeurs élevées comme contaminés. Les valeurs ainsi obtenues sont comparées avec celles fournies par les sédiments anciens provenant des sondages du Léman. Ainsi, ces teneurs naturelles que l'on doit considérer comme provisoires et approximatives, ont été fixées à 50 ppb pour le Hg, 12 ppm pour le Cu, 75 ppm pour le Zn et 35 ppm pour le Cr. Relevons que l'unité ppm signifie une partie par million, soit par exemple, 1 gramme par tonne; le ppb, lui, représente un millième de ppm, soit 1 milligramme par tonne.

Les erreurs d'analyses pour les faibles teneurs étant toujours beaucoup plus élevées que pour les fortes, nous les avons en quelque sorte neutralisées en ne tenant compte, dans les graphiques, que des teneurs supérieures ou égales au double de la «teneur naturelle». C'est un procédé prudent qui évite bien des erreurs d'interprétation et qui a été rendu nécessaire, nous le rappelons, du fait du faible nombre d'échantillons.

Résultats

La figure 1 situe les points d'échantillonnage ainsi que les grandes lignes de l'environnement géologique du bassin du Rhône valaisan.

Grâce à la figure 2, on peut suivre facilement l'évolution de la teneur en mercure des sédiments du Rhône de 1970 à 1975. On constate tout aussi aisément la gravité de cette pollution mercurielle et l'amélioration très sensible qui apparaît dès 1974. Il faut cependant remarquer que si les valeurs sont très élevées au voisinage des points de rejet, elles baissent rapidement en aval, du fait de la dilution.

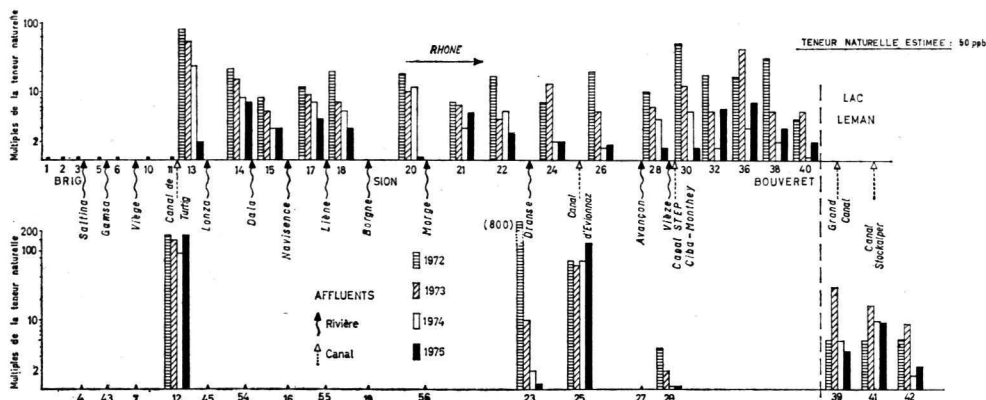


Fig. 2. Teneur en mercure (Hg) des sédiments du Rhône et de ses affluents.

La figure 3 donne les histogrammes de répartition des teneurs en mercure des sédiments du Rhône et de ses affluents (canaux et rivières). Ce graphique permet de mieux situer les points de rejet dont les principaux sont le canal de Turtig (éch. 12), la Dranse (éch. 23), le canal d'Evionnaz (éch. 25) et le canal de Monthey.

Avant la construction de la station d'épuration de Ciba-Monthey, nous prélevions un échantillon 31 dans un canal qui, depuis lors, est détourné dans cette station. L'évolution de ce point, d'ailleurs très contaminé, n'a donc pu être suivie durant toute cette période. Nous avons cependant noté sur les diagrammes le canal sortant de la STEP, mais comme il est bétonné, il ne retient aucun sédiment et n'a donc pas pu être échantillonné. L'analyse de l'échantillon 30, situé en aval de ce rejet montre une nette amélioration dans les années 1974 et 1975.

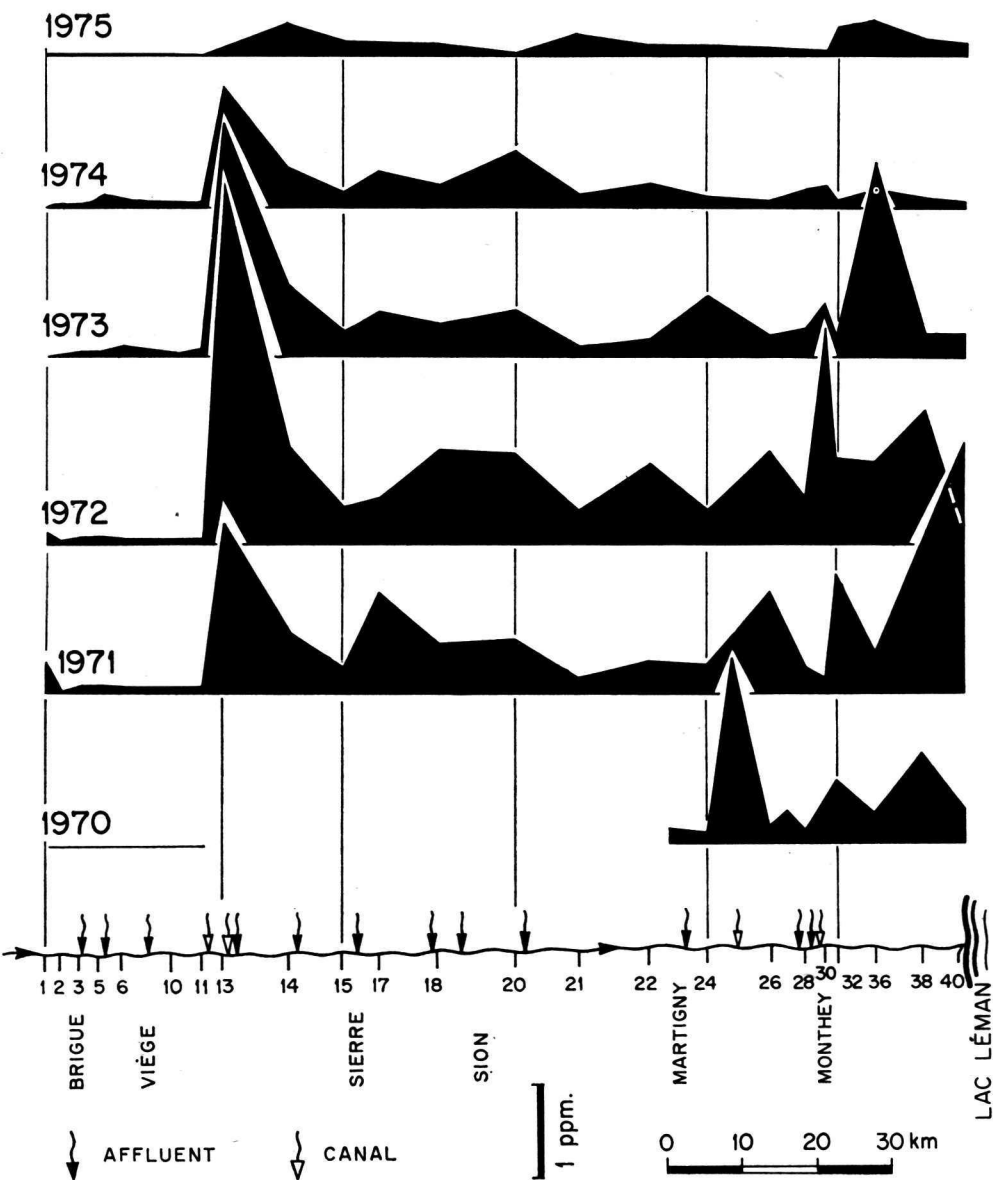


Fig. 3. Evolution des teneurs en mercure (Hg) des sédiments du Rhône de 1970 à 1975.

La Vièze (éch. 29) a été polluée par le mercure en 1972, mais depuis lors les teneurs ont fortement diminué. Le Grand Canal et le canal Stockalper, qui sont relativement contaminés, se jettent directement dans le Léman.

Il ressort de cette étude qu'en amont de l'embouchure du canal de Turtig, le Rhône n'est pas du tout pollué par le mercure (éch. 1 à 11). En aval du point 11 et jusqu'à l'embouchure de la Dranse, par contre, tous les échantillons présentent une teneur relativement élevée bien que, sur ce tronçon, il semble qu'il n'y ait pas de source importante de pollution mercurielle. Après la Dranse, dont l'apport est de moins en moins important au cours des ans, le canal d'Evionnaz (éch. 25) maintient constant un niveau élevé de rejet. Puis viennent la Vièze, le canal de Monthey, le Grand Canal et le canal Stockalper. Les sources de pollution sont donc plus nombreuses dans le Bas que dans le Haut-Valais.

D'une manière générale, les teneurs en mercure des sédiments du Rhône diminuent de 1972 à 1975, excepté dans la fin de son cours où les valeurs augmentent en 1975.

Lorsqu'on examine ces graphiques (fig. 2 et 3), il ne faut surtout pas s'achopper à l'interprétation d'une variation, mais voir plutôt le sens général d'évolution en considérant tout le Rhône ou tout au moins un ensemble de points. Il y a, en effet, de nombreuses causes de perturbation des résultats:

- composition granulométrique différente au sein de la fraction de 0-175 microns;
- teneur différente en matières organiques;
- durée variable d'exposition du sédiment aux pollutions, qui dépendent essentiellement des crues du fleuve.

La figure 4 réunit tous les autres métaux lourds polluants. Sur l'ensemble des éléments étudiés, seuls le cuivre, le chrome et le zinc montrent des teneurs supérieures ou égales au double de la «teneur naturelle estimée».

Deux affluents du Haut-Rhône, la Saltine et la Gamsa, en provenance du massif du Simplon, sont anormalement riches en cuivre. Le canal de Turtig apporte également du cuivre au fleuve, mais le rejet le plus important vient du canal d'Evionnaz. Celui-ci rejette également de grandes quantités de zinc, que l'on retrouve en compagnie du cuivre en aval de son embouchure, au point 26.

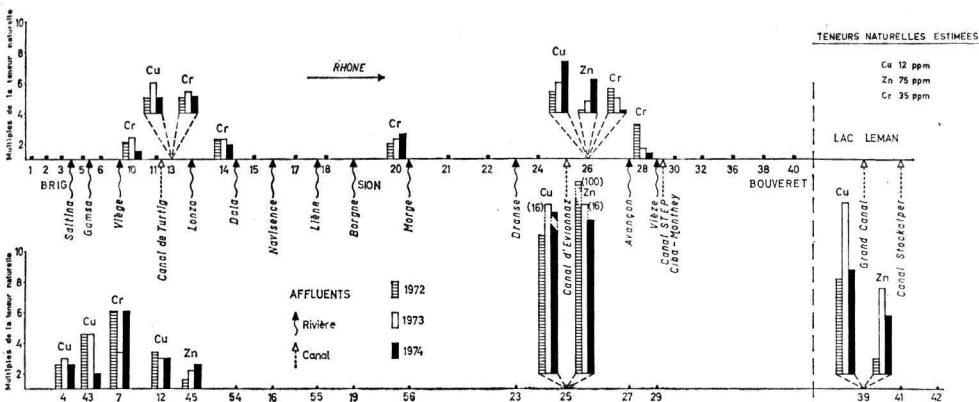


Fig. 4. Teneur en métaux lourds des sédiments du Rhône et de ses affluents.

La Viège transporte du chrome dont c'est la seule source reconnue en Valais. Cependant, comme on en retrouve en plusieurs points, il est probable qu'il y ait encore quelques rejets le long du Rhône, à la hauteur de Sion et de la Porte du Scex.

Finalement, le Grand Canal, dont les sédiments renferment une teneur anormale en cuivre et en zinc, se jette directement dans le Léman.

Conclusions

Dans une étude en cours de rédaction portant sur les principales rivières de Suisse, nous nous sommes aperçus que le Rhône est, avec le Rhin à Bâle la rivière la plus polluée en mercure. En ce qui concerne les autres métaux lourds, seuls certains canaux dépassent la moyenne suisse.

Rappelons que dans ce texte, nous n'avons envisagé que les polluants fixés aux sédiments. Cependant, suivant la forme chimique sous laquelle les métaux lourds sont rejetés, ils peuvent rester en solution.

Dans un texte précédent (SCOLARI et al., 1975) nous avons estimé que les premiers centimètres des vases lacustres du Léman renfermaient environ 65 tonnes de mercure dont seules 3-5 tonnes provenaient de l'environnement naturel. Dans ce même texte, la quantité de Hg transportée journalièrement par le Rhône était évaluée à 10 à 15 kg, dans les années

72-73. Actuellement, aux vues des figures 2 et 3, il semble que cette teneur ait diminué, bien que certains des rejets visibles (éch. 12 et 25) ne soient pas en baisse.

A l'avenir, il faudra suivre l'évolution de ces rejets, par un échantillonnage plus serré, surveiller toutes les sources, même secondaires, et prendre les mesures nécessaires pour éviter que la situation ne s'aggrave.

Remerciements

Nous remercions le Fonds national suisse de la recherche scientifique qui, par son appui financier a permis de mener à bien ce travail ainsi que M. G. SCOLARI, chef du département de géologie marine du BRGM où ont été effectuées la plupart des analyses.

Notre reconnaissance va également à tous les collaborateurs du laboratoire de limnogéologie de l'Université de Genève qui ont contribué à la réalisation de cette étude.

Bibliographie

- SCOLARI, G. et J.-P. VERNET. 1975. *Premiers résultats de la pollution par le mercure et autres métaux lourds dans les sédiments du bassin du Rhône et du Léman*. Bull. ARPEA, n° 71, p. 21-57.
- VERNET, J.-P. et L.-M. JOHNSTON. 1974. *Heavy metall pollutants in the sediments of the Rhône river*. «Conference proceedings», Conférence internationale sur le transport des produits chimiques persistants dans les éco-systèmes aquatiques, Ottawa, p. 1-81.
- VERNET, J.-P. et R.-L. THOMAS. 1972. *Levels of mercury in the sediments of some swiss lakes including Lake Geneva and the Rhône river*. *Ecloage Géol. Helv.*, 65/2, p. 293-306.
- 1972. *Le mercure dans l'environnement et le rôle de la géologie sédimentaire*. Bull. BRGM, nouvelle série, section III, n° 3, p. 43-61.
- VERNET, J.-P. 1969. *Etude pétrographique des matières en suspension dans le Rhône et ses affluents*. Bull. des laboratoires de géol., minér., géophys. et du musée géologique de l'Université de Lausanne, n° 177.
- VERNET, J.-P., M. MEYBECK, A. PACHOUD et G. SCOLARI. 1971. *Le Léman: une synthèse bibliographique*. Bull. BRGM, section IV n° 2, p. 47.
- VERNET, S.-P., G. SCOLARI et F. RAPIN. 1976. *Teneurs en métaux lourds des sédiments de rivières suisses, du Rhône français et de ses principaux affluents*. Bull. BRGM, à l'impression.

Tabl. 1. Teneur en mercure des sédiments du Rhône et de ses affluents

N° éch.	1972	1973	1974	1975	N° éch.	1972	1973	1974	1975
1	120 ppb	100 ppb	8 ppb	4 ppb	29	204 ppb	113 ppb	68 ppb	91 ppb
2	50	27	48	10	30	2320	588	253	74
3	74	50	66	7	32	920	240	69	282
4	50	32	33	4	33*	920	1090	100	134
5	66	54	117	4	34*	4500	2600	1080	
6	56	108	88	36	35*	500	415	199	178
7	78	31	32	11	36	870	2080	184	355
8*	15600	4980	3560	2692	37*	1020	402	283	600
9*	100	82	48	10	38	1450	246	104	184
10	50	43	82	15	39	264	1410	250	183
11	50	78	52	8	40	180	251	61	128
12	9150	7820	4850	9000	41	240	832	514	474
13	3900	2530	1284	101	42	272	440	81	138
14	1050	773	420	341	43	204	241	51	183
15	396	272	171	185	44*	33200	92300	9020	2956
16	92	33	48	36	45	192	120	27	39
17	592	467	377	205	46*	580	156	29	47
18	1000	365	245	141	47*	74750	110	104	28
19	142	104	19	27	48*	—	110	35	56
20	950	497	600	33	49*	—	—	29	—
21	350	107	148	248	50*	—	—	16	10
22	864	207	258	126	51*	—	—	100	68
23	42500	514	95	13	52*	—	—	88	—
24	364	656	123	118	53*	—	—	216	275
25	3680	3100	3720	6844	54*	—	—	62	27
26	1000	245	73	96	55*	—	—	40	24
27	70	570	51	57	56*	—	—	45	96
28	528	300	203	61					

* Echantillons ne figurant pas sur le graphique 3, pour lequel on a tenu compte uniquement des échantillons situés à la jonction de l'affluent et du Rhône.

Tabl. 2. Teneur en zinc des sédiments du Rhône et de ses affluents

No éch.	1972	1973	1974	No éch.	1972	1973	1974
1	62 ppm	95 ppm	54 ppm	29	110 ppm	108 ppm	90
2	63	89	64	30	105	92	74
3	60	95	54	32	55	67	40
4	92	135	128	33*	75	97	48
5	61	118	66	34*	580	750	490
6	62	89	72	35*	62	86	100
7	40	48	48	36	88	114	56
8*	88	78	58	37*	135	89	104
9*	43	62	58	38	63	92	54
10	50	54	76	39	155	500	286
11	54	70	64	40	45	130	42
12	65	75	84	41	96	195	140
13	55	70	60	42	92	92	130
14	69	83	62	43	59	140	120
15	59	80	48	44*	69	108	56
16	63	80	56	45	92	157	184
17	64	80	60	46*	45	100	64
18	71	78	48	47*	45	92	64
19	50	75	54	48*	—	85	64
20	65	92	94	49*	—	—	112
21	44	65	48	50*	—	—	132
22	45	80	68	51*	—	—	220
23	43	92	66	52*	—	—	174
24	30	67	46	53*	—	—	280
25	1,05 %	1200	820	54*	—	—	64
26	93	114	230	55*	—	—	80
27	76	108	66	56*	—	—	94
28	30	65	64				

* Echantillons ne figurant pas sur le graphique 4, pour lequel on a tenu compte uniquement des échantillons situés à la jonction de l'affluent et du Rhône.

Tabl. 3. Teneur en cuivre des sédiments du Rhône et de ses affluents

N° éch.	1972	1973	1974	N° éch.	1972	1973	1974
1	11 ppm	23 ppm	10 ppm	29	25 ppm	37 ppm	22 ppm
2	14	23	19	30	20	19	22
3	12	23	13	32	15	19	10
4	31	37	33	33	18	28	17
5	14	14	13	34*	80	92	180
6	10	32	13	35*	18	19	19
7	15	23	19	36	16	37	19
8*	55	28	30	37*	39	32	30
9*	10	28	22	38	21	28	16
10	18	28	19	39	86	146	95
11	13	28	20	40	13	37	8
12	41	37	36	41	31	55	41
13	24	37	22	42	19	19	19
14	25	27	22	43	31	55	32
15	17	37	10	44*	56	55	24
16	14	37	24	45	23	37	43
17	21	14	16	46*	21	28	22
18	36	19	10	47*	21	28	19
19	17	19	19	48*	—	19	22
20	25	28	27	49*	—	—	44
21	18	28	10	50*	—	—	33
22	19	37	19	51*	—	—	44
23	26	23	22	52*	—	—	36
24	11	10	13	53*	—	—	60
25	121	200	180	54*	—	—	16
26	30	37	52	55*	—	—	19
27	26	42	24	56*	—	—	27
28	14	10	19				

* Echantillons ne figurant pas sur le graphique 4, pour lequel on a tenu compte uniquement des échantillons situés à la jonction de l'affluent et du Rhône.

Tabl. 4. Teneur en chrome des sédiments du Rhône et de ses affluents

No éch.	1972	1973	1974
1	30 ppm	20 ppm	18 ppm
2	40	20	25
3	30	25	20
4	50	30	30
5	30	50	20
6	40	50	20
7	180	120	180
8*	90	65	70
9*	50	70	65
10	80	100	55
11	70	80	85
12	60	70	50
13	70	85	75
14	80	80	65
15	50	50	18
16	40	40	22
17	60	70	58
18	70	60	65
19	60	60	42
20	70	80	90
21	50	50	55
22	60	60	55
23	30	40	30
24	50	70	35
25	80	60	55
26	90	70	40
27	50	40	20
28	150	60	50

No éch.	1972	1973	1974
29	70 ppm	50 ppm	50 ppm
30	70	60	45
32	50	65	55
33	60	65	55
34*	70	80	40
35*	70	65	45
36	60	70	50
37*	60	60	40
38	50	65	50
39	40	50	20
40	50	65	45
41	30	80	50
42	60	50	40
43	40	40	30
44*	50	65	40
45	60	40	60
46*	60	45	35
47*	50	45	35
48	—	40	30
49*	—	—	50
50*	—	—	20
51*	—	—	65
52*	—	—	65
53*	—	—	65
54*	—	—	30
55*	—	—	35
56*	—	—	50

* Echantillons ne figurant pas sur le graphique 4, pour lequel on a tenu compte uniquement des échantillons situés à la jonction de l'affluent et du Rhône.